

# Le Projet *European Robotics League 2019 - ERL2019*

## Les objectifs du projet

Le principal objectif de ce projet était de concevoir des systèmes robotisés afin de participer à la compétition *ERL Emergency Service Robots*. Cette compétition rattachait deux défis, l'**exploration** et le **sauvetage**. Afin de réaliser diverses missions, pour l'édition 2019, seuls des robots aériens et terrestres étaient autorisés. Les robots devaient posséder les fonctionnalités suivantes:

- ▶ Être **autonome**.
- ▶ **Secourir** un blessé.
- ▶ Produire une **cartographie** de la zone d'exploration.

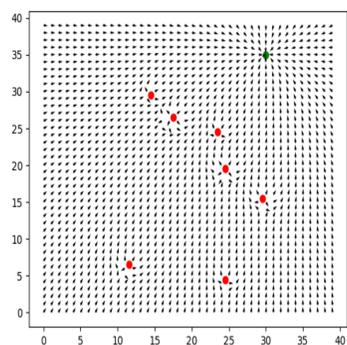


## OBJECTIF n°1 : Autonomie

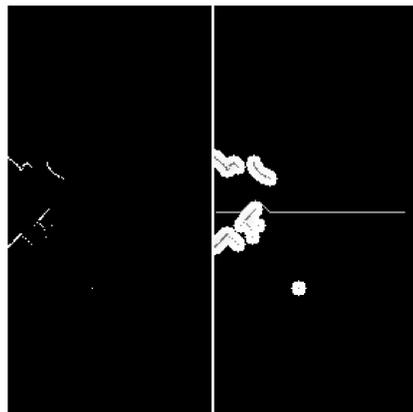
Afin de permettre aux robots d'évoluer en toute autonomie, diverses solutions ont été développées sur des robots terrestres. Les robots devaient pouvoir éviter des obstacles et emprunter le plus court chemin (géodésique). Les solutions sont les suivantes:

- ▶ **Évitement d'obstacles** : *champ de potentiel artificiel*.
- ▶ **Plus court chemin** : *A-STAR*.

Asservir un robot terrestre n'est pas similaire au cadre aérien. Il a fallu étudier le fonctionnement d'un **quadrirotor** et mettre en place des solutions d'asservissement comme *Ardupilot*.



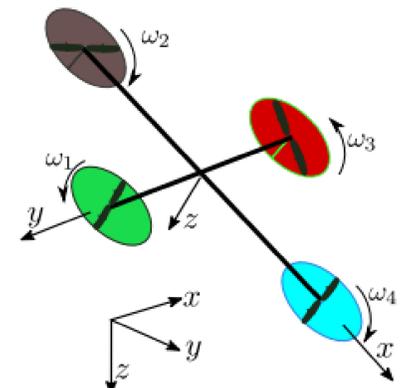
(a) Évitement d'obstacles.



(b) Plus court chemin.

$$\begin{cases} \dot{\mathbf{p}} &= \mathbf{R}(\varphi, \theta, \psi) \cdot \mathbf{v}_r \\ \begin{pmatrix} \dot{\varphi} \\ \dot{\theta} \\ \dot{\psi} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 1 & \tan \theta \sin \varphi & \tan \theta \cos \varphi \\ 0 & \cos \varphi & -\sin \varphi \\ 0 & \frac{\sin \varphi}{\cos \theta} & \frac{\cos \varphi}{\cos \theta} \end{pmatrix} \cdot \boldsymbol{\omega}_r \\ \dot{\mathbf{v}}_r &= \mathbf{R}^T(\varphi, \theta, \psi) \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ g \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -\frac{\tau_0}{m} \end{pmatrix} - \boldsymbol{\omega}_r \wedge \mathbf{v}_r \\ \dot{\boldsymbol{\omega}}_r &= \mathbf{I}^{-1} \cdot \left( \begin{pmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \\ \tau_3 \end{pmatrix} - \boldsymbol{\omega}_r \wedge (\mathbf{I} \cdot \boldsymbol{\omega}_r) \right) \end{cases}$$

(c) Équations d'état d'un quadrirotor

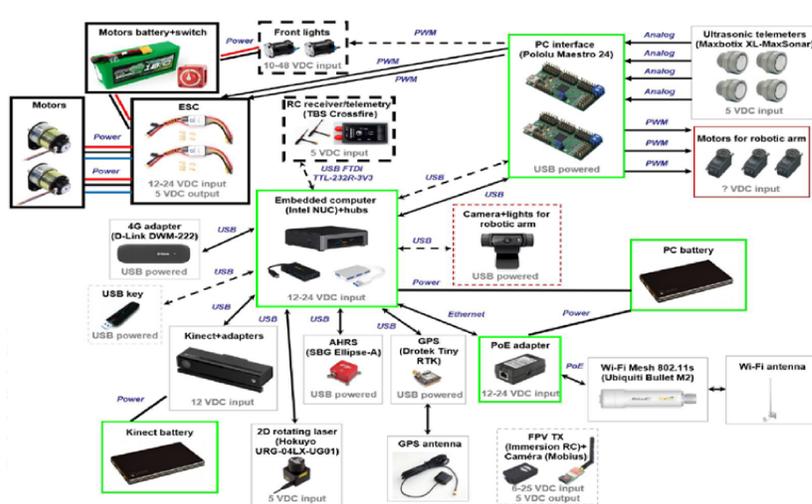


(d) Quadrirotor

## OBJECTIF n°2 : Sauvetage

Les robots devaient pouvoir déposer une trousse de premiers secours auprès d'un blessé. Une **benne** commandée par servomoteur a été fabriquée à cette fin.

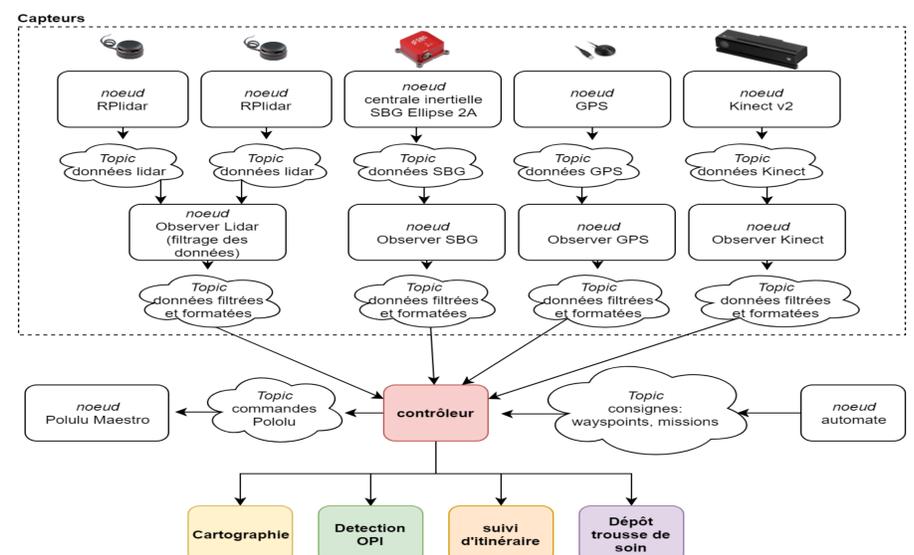
## Architecture matérielle : cas du sous-système terrestre



## OBJECTIF n°3 : Cartographie

Les robots devaient pouvoir **cartographier** l'intérieur et l'extérieur de bâtiments, en 3D. Une caméra *RGB-D Kinect v2* a été utilisée, couplée avec des algorithmes de **SLAM** (*Simultaneous Localization And Mapping*).

## Architecture logicielle ROS: cas du sous-système terrestre



## Conclusion

La compétition avait lieu du 18 au 23 février 2019, à Séville, en Espagne, où nos robots se sont positionnés sur la troisième marche du podium.

C. Jegat • A. Klipfel • A. Saad • O. Al Shuaibi

corentin.jegat@ensta-bretagne.org • arnaud.klipfel@ensta-bretagne.org • ali.saad@ensta-bretagne.org • osama.al\_shuaibi@ensta-bretagne.org

ENSTA Bretagne

